

УДК 632.651:631.467.2

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ЗАРАЖЕННОСТИ ПОЧВЫ  
КАРТОФЕЛЬНОЙ ЦИСТООБРАЗУЮЩЕЙ НЕМАТОДОЙ  
НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД**

© Л. И. Груздева,<sup>1</sup> А. А. Сушук<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Институт биологии КарНЦ РАН  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, 185910

<sup>1</sup> E-mail: gruzdeva@krc.karelia.ru

Поступила 08.02.2007

Исследована структура сообществ почвенных нематод картофельных полей с различным уровнем заражения картофельной цистообразующей нематодой (10, 30 и 214 цист на 100 г почвы). Показано влияние узкоспециализированного паразита на фауну нематод и характер доминирования различных трофических групп. В естественных биоценозах (луг) и агроценозах, почва которых не заражена глободерой, паразитические нематоды представлены родами *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus*. При низком уровне заражения установлено доминирование вида *Paratylenchus nanus*. При среднем и высоком уровнях в группе паразитов преобладают личинки глободеры, замещая представителей других родов паразитических нематод. Отмечен факт увеличения численности микотрофа *Aphelenchus avenae*.

Одним из примеров влияния человека на естественные природные сообщества является создание условий широкого расселения чужеродных видов животных и растений. Это часто происходит при развитии земледелия и отсутствии действенного санитарного контроля. Для Карелии таким инвазийным видом является золотистая картофельная цистообразующая нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975. Паразит представляет серьезную угрозу для сельского хозяйства Карелии, где картофель является основной продовольственной культурой.

Глободера снижает урожай, а при высоком уровне заражения приводит к гибели картофеля. Особенно сильно заражена почва в личных подсобных хозяйствах вследствие несоблюдения севооборота, возделывания восприимчивых сортов картофеля в течение длительного периода.

Впервые картофельная цистообразующая нематода (КЦН) была обнаружена в южных районах республики, граничащих с Ленинградской обл. (Соловьева и др., 1980). В настоящее время ареал глободеры значительно расширился, отмечено продвижение фитопаразита в северные районы, вплоть до Мурманской обл. При исследовании разнообразия фауны почвенных нематод в природных сообществах о-ва Киж и существующих на территории острова агроценозов мы выявили факт проникновения картофельной нема-

тоды в этот район. Изолированное островное сообщество является хорошим полигоном изучения влияния деятельности человека.

Кижский архипелаг расположен в северо-западной части Онежского оз. у южной оконечности Заонежского п-ова. В его состав входят несколько сотен островов, из них наиболее известен о-в Киж (2.67 км<sup>2</sup>), большую часть территории которого занимают историко-архитектурные памятники. Однако проживающее там постоянно местное население имеет небольшие огородные участки. Их общая площадь 2.14 га, в пользовании находится 1.61 га, или 0.6 % от общей площади острова (Протасов, 1999).

Задача работы: 1 — изучить видовой состав почвенных нематод естественных лугов и агроугодий под культурой картофеля; 2 — оценить влияние узкоспециализированного паразита золотистой картофельной цистообразующей нематоды на структуру сообществ почвенных нематод.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Почвенные образцы для изучения фауны нематод были отобраны в естественном луговом биоценозе и агроценозах о-ва Киж (участки с посадками картофеля) в августе 2006 г. Для отбора проб использовали почвенный бур ( $d = 2$  см), получали смешанный образец почвы. Из него брали навески почвы в 3 повторностях, из которых выделяли нематод по модифицированному методу Бермана с экспозицией 48 ч. В качестве фиксатора использовали ТАФ (триэтаноламин, формалин и вода в соотношении 2 : 7 : 91). Идентификацию нематод до рода (там, где было возможно, до вида) проводили на временных микроскопических препаратах. Просматривали не менее 100 особей из 1 пробы. Все обнаруженные нами нематоды в соответствии с их трофикой были объединены в 6 эколого-трофических групп. Это бактериотрофы (Б), микотрофы (М), политрофы (П), хищники (Х), нематоды, облигатно или факультативно связанные с живыми растениями, — паразиты растений (Пр) и ассоциирующие с растениями (Асп) (Yeates et al., 1993).

Наличие цист (самок) картофельной нематоды определяли в 100 г почвы визуальным методом.

Для характеристики фауны использовали  $H'$  — индекс разнообразия Шеннона (Одум, 1975). Определение степени сходства сообществ почвенных нематод исследованных биоценозов осуществляли на основе индекса Жаккара с построением дендрограмм сходства (Песенко, 1982).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованная фауна представлена 28 родами нематод в естественном биоценозе и 21—26 родами в агроценозе. Индекс разнообразия Шеннона ( $H'$ ) был наиболее высоким в почве луга — 4.1; для картофельных участков он мало различался, варьируя от 3.5 до 3.7. Анализ видового разнообразия показал, что наименьшее ( $I_j = 0.46$ ) сходство имела фауна нематод лугового биоценоза и агроценозов с картофелем (рис. 1), а среди картофельных участков наиболее близки незараженный и слабо инфицированные глободерой поля ( $I_j = 0.64$ ).

Для фауны нематод естественного лугового биоценоза и картофельного участка, незараженного глободерой, доминирующими группами являются бактериотрофы и микотрофы, однако при этом на картофельном участке их

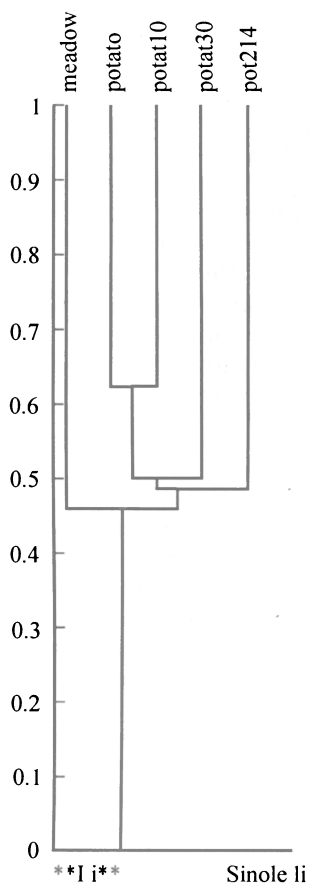


Рис. 1. Дендрограмма сходства лугового биоценоза и картофельных участков о-ва Кижи.

Meadow — луговой биоценоз; potato — картофельные участки, количество цист на 100 г почвы.

Fig. 1. Similarity dendrogram of the meadow biocenosis and potato fields of the Kizhi island.

численность выше (табл. 1). Для почвы луга, наоборот, более высокая численность у нематод, связанных с корневой системой растений: доля паразитов выше в 2 раза, нематод, ассоциирующихся с растениями, в 4 раза. Паразитические нематоды представлены родами (*Paratylenchus* Micoletzky, 1922, *Tylenchorhynchus* Cobb, 1913, *Helicotylenchus* Steiner, 1945). Хищные нематоды отсутствуют в почве картофельного участка.

Таким образом, особенностью сообществ почвенных нематод луга является высокое видовое разнообразие фауны, полночленность сообществ нематод — выявлены представители 6 эколого-трофических групп. Отличия фауны картофельного участка обусловлены его искусственным происхождением и выращиванием монокультуры, что приводит к сокращению видового разнообразия и изменению структуры сообществ нематод.

Длительное, бессменное выращивание монокультуры, способствует распространению попавших в почву специфических видов паразитов. Это мы наблюдали в почве приусадебных хозяйств, в которых степень зараженности почвы КЦН колебалась от 10 до 214 цист на 100 г почвы.

Установлено, что разный уровень заражения вызывает изменения в структуре сообществ почвенных нематод. Так, при зараженности почвы 10 цист/100 г возрастает численность нематод трофических групп Б, Пр, П, но снижается доля микотрофов (табл. 1). Среди паразитических видов доминирует *Paratylenchus nanus* Cobb, 1923 (18.4 из 22.4 %).

При уровне заражения 30 цист/100 г почвы личинки нематоды рода *Globodera* становятся доминирующими по численности (рис. 2), а в целом трофическая группа паразитов занимает вторую позицию после бактериотрофов (табл. 1).

При высоком уровне заражения почвы глободерой (214 цист/100 г почвы) снижается заселенность почвы всеми видами нематод (табл. 2). В сообществах нематод доминируют бактериотрофы, почти равнозначны по численности особей трофические группы М и Пр, возросла доля нематод-политрофов (табл. 1).

Внутри группы микотрофов преобладает по численности вид *Aphelenchus avenae* Bastian, 1865 (рис. 2). Нематод данного вида часто рассматривают как полупаразитических. В литературных источниках отмечены случаи проникновения *Aphelenchus avenae* в поврежденные корни или паразитирования в корнях ослабленных растений широкого спектра видов. При наличии в тканях процессов разложения возможно питание за счет растения наряду с питанием грибами. *Aph. avenae* может быть переносчиком возбудителей болезней (бактерий и грибов), что в большей степени характеризует его вредо-

Таблица 1

Численность нематод (экз./100 г почвы в числителе, % — в знаменателе) различных эколого-трофических групп в естественном биоценозе и на картофельных участках с разным уровнем заражения *Globodera rostochiensis*

Table 1. The abundance (sp./100 g soil above line, % — under line) of the different ecological-trophic groups of nematodes in natural biocenosis and in potato fields with different infection levels of *Globodera rostochiensis*

№ п/п	Число цист в 100 г почвы	Б	М	Аср	Пр	П	Х
1	0	540 ± 58 50.5	411 ± 74 38.6	29 ± 7 2.6	82 ± 25 7.7	7 ± 5 0.6	0 0.0
2	10	664 ± 75** 57.3	176 ± 18* ** 15.1	29 ± 9** 2.5	260 ± 53* ** 22.4	29 ± 12 2.5	2 ± 2 0.2
3	30	381 ± 52** 42.4	182 ± 36* 19.7	35 ± 10** 6.2	268 ± 51* ** 26.8	53 ± 17 4.3	30 ± 22 0.6
4	214	130 ± 8* 43	74 ± 9* 21.8	12 ± 3* 6.8	61 ± 11 20	25 ± 7 8.4	0 0.0
5	0 (луг)	179 ± 14 39.8	131 ± 17 28.9	47 ± 8 10.5	64 ± 14 13.9	16 ± 5 3.5	15 ± 6 3.4

Примечание. Б — бактериотрофы; М — микотрофы; Аср — нематоды, ассоциированные с растениями; Пр — паразиты; П — политрофы; Х — хищники. \* — различия по численности нематод статистически значимы по отношению к незараженному картофельному участку ( $p < 0.05$ ). \*\* — различия по численности нематод статистически значимы по отношению к высокозараженному картофельному участку ( $p < 0.05$ ).

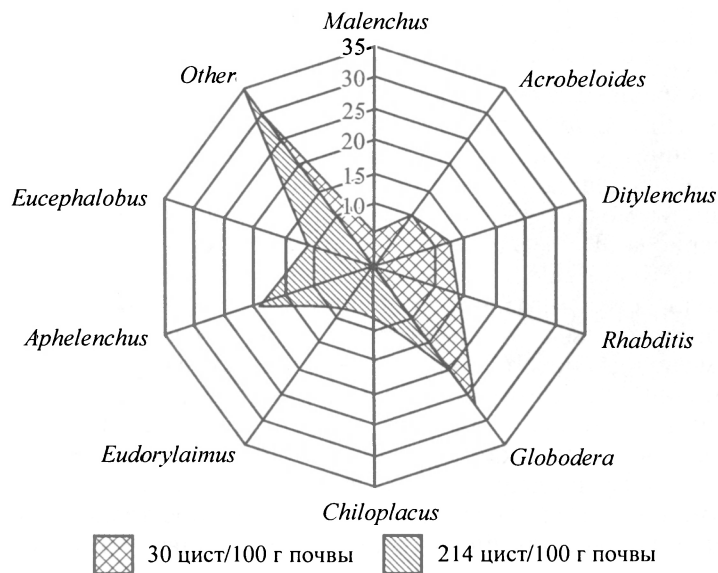


Рис. 2. Встречаемость доминирующих родов нематод (%) при различном уровне заражения полей глободерой.

1 — 30 цист/100 г почвы, 2 — 214 цист/100 г почвы.

Fig. 2. Frequency of dominant nematode genera (%) in potato fields with different infection levels of *Globodera rostochiensis*.

Таблица 2

Общая численность нематод в естественном биоценозе  
и на участках с различным уровнем  
заражения *Globodera rostochiensis*

Table 2. Total number of nematodes in natural biocenosis  
and in fields with different infection levels of *Globodera rostochiensis*

№ п/п	Число цист в 100 г почвы	Численность инвазионных личинок глободеры		Общая численность, экз./100 г. почвы
		экз./100 г почвы	%	
1	0	0	0	1069 ± 83
2	10	36 ± 14*	3.0	1160 ± 116**
3	30	268 ± 51* **	26.8	949 ± 125**
4	214	59 ± 11*	19.7	302 ± 17*
5	0 (луг)	0	0	452 ± 32

Примечание. См. табл. 1.

носность (Парамонов, 1962; Кирьянова, Кралль, 1971; Деккер, 1972). Увеличение численности популяции нематод данного вида в почве участков с высоким уровнем заражения глободерой свидетельствует о наличии достаточного количества пищевых ресурсов.

Паразитические нематоды представлены по существу 1 видом — личинками глободеры (19.7 из 20 %). В условиях Карелии полный цикл развития глободеры от начала проникновения личинок в корни до формирования нового поколения личинок в самке составляет 95 сут. Таким образом, в Карелии картофельная нематода дает 1 генерацию за вегетацию (Соловьева и др., 1989). Важным фактором для вылупления личинок из цист и проникновения их в корни картофеля являются температура почвы и влажность. В условиях Карелии массовое поражение корней происходит при температуре 15 °С и выше. В то же время из литературных источников известно, что вылупление личинок происходит наиболее интенсивно весной, снижается летом, но не прекращается полностью (Деккер, 1972). Иногда из одной и той же цисты можно наблюдать выход личинок в течение всего вегетационного периода. Такое явление обусловлено степенью зрелости яиц (Соловьева и др., 1980). Наличие в августе в почве агроценозов о-ва Кижь большого количества инвазионных личинок в популяции глободеры можно объяснить оптимальными температурами почвы и воздуха (17—23 °С в течение всего месяца), способствовавшими процессу вылупления личинок из цист. Несомненно, что этому процессу благоприятствовали уникальные шунгитовые почвы, залегающие на о-ве Кижь. Их называют «черные земли». Шунгитовые почвы содержат высокий процент углерода, тонкодисперсное состояние которого придает почвам черный цвет. Они имеют лучший тепловой режим, так как сильнее поглощают солнечное тепло и более плодородны вследствие своеобразного химического состава (Груздева, 2000).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, зараженность почвы глободерой влияет на фауну и численность нематод. Во всех сравниваемых участках преобладающей трофической группой являются бактериотрофы. Однако их численность

снижается при увеличении уровня заражения почвы картофельной нематодой.

Весьма существенные изменения в структуре сообществ нематод отмечены по отношению к паразитическим видам. В естественном биоценозе (луг) и агроценозе (посадки картофеля, незараженного глободерой) обитают нематоды родов *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Helicotylenchus*. При низком уровне заражения (10 цист) доминирует вид *Paratylenchus nanus*. При среднем и высоком уровнях в группе Пр преобладают личинки глободеры, замещающая представителей других родов паразитических нематод.

Обращает на себя внимание факт увеличения численности микотрофа *Aphelenchus avenae* при высоком уровне заражения почвы глободерой. Это свидетельствует о наличии в почве очагов микозного поражения картофеля.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования» № 01.2.006 08823 и Договора на выполнение научно-исследовательской работы в Государственном историко-архитектурном и этнографическом музее-заповеднике «Кижский» по теме «Мониторинговые исследования природной среды района Кижских шхер».

#### Список литературы

- Груздева Л. И. 2000. Фауна нематод шунгитовых почв луговых биоценозов Карелии. В сб.: Экологические функции почв Восточной Фенноскандии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 51—54.
- Деккер Х. 1972. Нематоды растений и борьба с ними. М.: Колос. 444 с.
- Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. 1971. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Л.: Наука. Т. 2. 522 с.
- Одум Ю. 1975. Основы экологии. М. 740 с.
- Парамонов А. А. 1964. Основы фитогельминтологии. М.: Наука. Т. 1. 446 с.
- Песенко Ю. А. 1982. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. 287 с.
- Протасов Ю. Г. 1999. Некоторые актуальные вопросы антропогенного воздействия на территории охранной зоны музея-заповедника «Кижский». Тр. КарНЦ РАН. Сер. Б. «Биогеография Карелии». Петрозаводск. Вып. 1. С. 126—130.
- Соловьева Г. И., Потаевич Е. В., Богданова А. П. и др. 1989. Физиология глободерорезистентности картофеля. Л.: Наука. 134 с.
- Соловьева Г. И., Потаевич Е. В., Кучко Л. А., Васильева А. В. 1980. Цистообразующая картофельная нематода и меры борьбы с ней. Петрозаводск: Карелия. 24 с.
- Yeates G. W., Bongers T., de Goede R. G. M., Freckman D. W., Georgieva S. S. 1993. Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera — an Outline for Soil Ecologists. Journ. of Nematology. 25, N 3. P. 315—331.

# EFFECT OF THE SOIL INFECTION WITH A POTATO CYST-FORMING NEMATODE ON THE COMMUNITY STRUCTURE OF SOIL-INHABITING NEMATODES

L. I. Gruzdeva, A. A. Sushchuk

*Key words:* Nematode, *Globodera rostochiensis*, agrocenosis, monoculture, soil nematodes, ecology, plant parasite.

## SUMMARY

Nematode community structure of the potato fields with different infection levels of potato cyst-forming nematode (PCN) such as 10, 30 and 214 cysts per 100 g of soil has been investigated. The influence of specialized parasite on nematode fauna and dominance character of different ecological-trophic groups were described. Parasitic nematode genera in natural meadow biocenosis and agrocenoses without PCN are *Paratylenchus*, *Tylenchorhynchus*, and *Helicotylenchus*. It is established, that *Paratylenchus nanus* was the prevalent species among plant parasites at low infection level. Larvae of *Globodera* prevailed in the soil with middle and high infection levels and substituted individuals of other genera of parasitic nematodes. The fact of increase in number of hyphal-feeding nematode *Aphelenchus avenae* was revealed.